

**Рубрика: клиническая электрофизиология**

© С.Ю. СЕРГУЛАДЗЕ, И.В. ПРОНИЧЕВА, М.Р. ДИШЕКОВ, Е.В. ЛЮБКИНА,  
Ж.Х. ТЕМБОТОВА, Е.В. КУЗНЕЦОВА, Г.Р. МАЦОНАШВИЛИ, 2019

© АННАЛЫ АРИТМОЛОГИИ, 2019

УДК 616.12-008.311-089.12

DOI: 10.15275/annaritmol.2019.4.3

## ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ВОЗМОЖНОСТИ АБЛАЦИИ ЭКТОПИЧЕСКИХ ПРЕДСЕРДНЫХ ТАХИКАРДИЙ ИЗ ОБЛАСТИ НЕКОРОНАРНОЙ СТВОРКИ АОРТАЛЬНОГО КЛАПАНА

*Тип статьи: оригинальная статья*

**С.Ю. Сергуладзе, И.В. Проничева, М.Р. Дишеков, Е.В. Любкина, Ж.Х. Темботова,  
Е.В. Кузнецова, Г.Р. Мацонашвили**

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» (директор – академик РАН и РАМН Л.А. Бокерия) Минздрава России, Рублевское ш., 135, Москва, 121552, Российская Федерация

Сергуладзе Сергей Юрьевич, доктор мед. наук, ст. науч. сотр., заведующий отделением;

Проничева Ирена Владимировна, канд. мед. наук, ст. науч. сотр, кардиолог,

orcid.org/0000-0003-2669-2474, E-mail: irene\_Pr@mail.ru;

Дишеков Мурат Русланович, канд. мед. наук, сердечно-сосудистый хирург;

Любкина Елена Валентиновна, канд. мед. наук, сердечно-сосудистый хирург;

Темботова Жанна Хасановна, канд. мед. наук, ст. науч. сотр.;

Кузнецова Елена Владиславовна, канд. мед. наук, науч. сотр., кардиолог;

Мацонашвили Георгий Рафаэлович, канд. мед. наук, науч. сотр., сердечно-сосудистый хирург

**Введение.** Эктопическая предсердная тахикардия вблизи пучка Гиса может исходить из некоронарной створки аортального клапана и встречается очень редко. Опыт успешного применения катетерной аблации при этом виде тахикардии описан на примере ограниченного числа пациентов.

**Цель.** Изучить электрофизиологические характеристики и особенности картирования эктопических предсердных тахикардий из области некоронарного синуса Вальсальвы, продемонстрировать долгосрочную эффективность и безопасность устранения аритмий с помощью радиочастотной аблации.

**Материал и методы.** В исследование включены 6 пациентов (средний возраст  $41,4 \pm 17,3$  года, 4 женщины) с симптоматической, рефрактерной к антиаритмической терапии предсердной тахикардией. Активационное картирование правого и левого предсердий проводили во время тахикардии для определения зоны самой ранней активации. В результате самая ранняя предсердная активация идентифицирована в области пучка Гиса у всех пациентов с опережением на  $46,7 \pm 8,4$  и  $44,2 \pm 7,3$  мс от референсного электрода справа и слева соответственно. Однако радиочастотная аблация в данных зонах правого и левого предсердий приводила лишь к временному купированию тахикардии или была неэффективна. Выполнено картирование некоронарной створки аортального клапана ретроградным трансортальным доступом через правую бедренную артерию.

**Результаты.** Картирование некоронарной створки аортального клапана показало, что активация в данном месте была наиболее ранней, опережая запись с референсного электрода на  $67,3 \pm 7,6$  (от 58 до 71) мс и начало Р-волны на  $28,5 \pm 16,2$  (в пределах 25–42) мс. Активация предсердий в некоронарном синусе Вальсальвы произошла раньше, чем активация в правом и левом предсердиях, у всех пациентов в среднем на  $11,4 \pm 3,5$  (диапазон от 8 до 18) мс. Морфология зубца Р была двухфазной в отведениях II, III и aVF (4 больных), положительной – в отведении aVL (5 пациентов). Морфология Р-волн в отведении I была преимущественно положительной или изоэлектрической (у 4 из 6 больных). У всех пациентов грудные отведения показали двухфазное отрицательно-положительное отклонение в отведениях V1 и V2 и положительное отклонение в V6. Кроме того, анализ морфологических признаков электрограммы, зарегистрированных во время тахикардии в месте эффективной аблации, выявил соотношение предсердной и желудочковой электрограмм более 1 во всех случаях. У всех больных тахикардия была успешно купирована при помощи аблации в зоне самой ранней активации в пределах некоронарного синуса Вальсальвы (максимальная мощность 35 Вт, максималь-

ная температура 45 °C) в течение  $4,5 \pm 2,1$  (2–8) с без осложнений. В течение периода наблюдения  $10,4 \pm 3,8$  мес все пациенты были свободны от аритмии без антиаритмических препаратов.

**Заключение.** Зона самой ранней активации в некоронарной створке аортального клапана может быть идентифицирована с помощью тщательного активационного картирования. Радиочастотная абляция в этой области представляет собой безопасный и эффективный метод устранения эктопической предсердной тахикардии в случае парагисальных локализаций, с хорошими отдаленными результатами. В дополнение к морфологическим особенностям зубца P соотношение предсердной и желудочковой локальных электрограмм во время тахикардии облегчало локализацию успешного участка.

**Ключевые слова:** эктопическая предсердная тахикардия; радиочастотная абляция; активационное картирование; некоронарная створка аортального клапана.

## ELECTROPHYSIOLOGICAL FEATURES AND POSSIBILITIES OF ABLATION OF ECTOPIC ATRIAL TACHYCARDIA FROM THE AREA OF THE NON-CORONARY CUSP OF THE AORTIC VALVE

S.Yu. Serguladze, I.V. Pronicheva, M.R. Dishekov, E.V. Lubkina, Zh.K. Tembotova, E.V. Kuznetsova, G.R. Matsonashvili

Bakoulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery, Rublevskoe shosse, 135, Moscow, 121552, Russian Federation

Sergey Yu. Serguladze, Dr. Med. Sc., Senior Researcher, Head of Department;

Irena V. Pronicheva, Cand. Med. Sc., Senior Researcher, Cardiologist,

orcid.org/0000-0003-2669-2474, E-mail: Irene\_Pr@mail.ru;

Murat R. Dishekov, Cand. Med. Sc., Cardiovascular Surgeon;

Elena V. Lyubkina, Cand. Med. Sc., Cardiovascular Surgeon;

Zhanna Kh. Tembotova, Cand. Med. Sc., Senior Researcher;

Elena V. Kuznetsova, Cand. Med. Sc., Cardiologist;

George R. Matsonashvili, Cand. Med. Sc., Researcher, Cardiovascular Surgeon

**Background.** Ectopic atrial tachycardia near the bundle of His can come from the non-coronary cusp of the aortic valve and is very rare. The experience of successful use of catheter ablation with this type of tachycardia is described in a limited number of patients.

**Objective.** To study the electrophysiological characteristics and features of the mapping of ectopic atrial tachycardia from the region of the non-coronary sinuses of Valsalva, to demonstrate the long-term effectiveness and safety of arrhythmia elimination using radiofrequency ablation.

**Material and methods.** The study included 6 patients (mean age  $41.4 \pm 17.3$  years; 4 females) with symptomatic, refractory to antiarrhythmic therapy atrial tachycardia. Activation mapping of the right and left atria was performed during tachycardia to determine the zone of the earliest activation. As a result, the earliest atrial activation was identified in the His bundle region in all patients  $46.7 \pm 8.4$  and  $44.2 \pm 7.3$  ms ahead of the reference electrode on the right and left, respectively. However, radiofrequency ablation in these areas of the right and left atriums led only to temporary relief of tachycardia or was ineffective. The non-coronary cusp of the aortic valve was mapped by retrograde transaortic access through the right femoral artery.

**Results.** Mapping the non-coronary cusp of aortic valve showed that activation at this location was the earliest, ahead of the entry with reference electrodes for  $67.3 \pm 7.6$  (from 58 to 71) ms and the beginning of P-wave  $28.5 \pm 16.2$  (within 25–42) ms. Atrial activation in the non-coronary sinuses of Valsalva occurred earlier than activation in the right and left atriums in all patients by an average of  $11.4 \pm 3.5$  (range 8 to 18) ms. P-wave morphology was biphasic in lead II, III and aVF (4 patients), positive in lead aVL (5 patients). The morphology of P-waves in lead I was predominantly positive or isoelectric (in 4 of 6 patients). In all cases, thoracic leads showed two-phase negative-positive deviation in V1 and V2 leads and positive deviation in V6. In addition, the analysis of morphological features of the electrogram recorded during tachycardia at the site of effective ablation revealed the ratio of atrial and ventricular electrograms more than 1 in all patients. In all patients tachycardia was successfully stopped by ablation in the zone of the earliest activation within the non-coronary sinus of Valsalva (maximum power 35 W, maximum temperature 45 °C) for  $4.5 \pm 2.1$  (2–8) s without complications. During the follow-up period of  $10.4 \pm 3.8$  months, all patients were free of arrhythmia without antiarrhythmic drugs.

**Conclusion.** The area of earliest activation in the non-coronary cusp of the aortic valve can be identified by careful activation mapping. Radiofrequency ablation in this region is a safe and effective method of eliminating ectopic atrial tachycardia in the case of paraisial localizations, with good long-term results. In addition to the morphological features of the P-wave, the atrial and ventricular ratio of local electrograms during tachycardia facilitated the localization of the successful site.

**Keywords:** ectopic atrial tachycardia; radiofrequency ablation; activation mapping; non-coronary cusp of the aortic valve.

## Введение

Относительно редкой причиной наджелудочковой тахикардии (НЖТ) является эктопическая (очаговая, фокальная) предсердная тахикардия (ПТ), на долю которой приходится около 5–15% всех случаев симптомной НЖТ. Однако точные эпидемиологические данные получить трудно в связи с преимущественной асимптомностью этих нарушений [1]. Эктопические ПТ часто резистентны к фармакологической антиаритмической терапии (ААТ) и могут быть ответственны за развитие опосредованной тахикардией кардиомиопатии или инициацию других предсердных аритмий, таких как трепетание предсердий или фибрилляция предсердий [2, 3].

Эктопические ПТ, как правило, происходят из анатомически определенных участков предсердий, которые характеризуются повышенной возбудимостью, способной генерировать импульс, с центробежным распространением предсердной активации от этого участка [4]. В опубликованных сериях правое предсердие (ПП) является наиболее распространенным местом расположения эктопии (примерно 75% случаев) [1]. В пределах ПП аритмогенные очаги чаще всего наблюдаются вдоль пограничного гребня (приблизительно 33% случаев), особенно в верхней и средней его части. Другие частые локализации включают кольцо трикуспидального клапана, устье коронарного синуса (КС), перинодальную область и перегородку, а также ушко правого предсердия [5]. В левом предсердии (ЛП) большинство очагов происходит из легочных вен; происхождение из митрального клапана, ушка левого предсердия и перегородки встречается реже.

Радиочастотная абляция (РЧА) очаговых ПТ ассоциирована с высоким долгосрочным успехом и может рассматриваться как основная стратегия лечения у симптоматических пациентов. От локализации и величины электрофизиологического субстрата аритмии зависят шансы на успех и риск возможных осложнений при проведении РЧА. Морфология *P*-волны на поверхностной электрокардиограмме (ЭКГ) вместе с более сложными современными методами картирования способствует точной локализации и абляции этих эктопических очагов [6, 7].

Эктопические ПТ из области атриоventрикулярного (АВ) узла или пучка Гиса могут быть устранены путем катетерной абляции с помощью

нескольких подходов, включая воздействия в парасептальной области ПП или, путем трансептальной пункции, доступом из ЛП [1, 8, 9]. Однако в тех случаях, когда аритмогенный очаг расположен вблизи АВ-узла или пучка Гиса, проведение РЧА несет более высокий риск непреднамеренного повреждения проводящей системы с развитием АВ-блокады из-за близости к проводящей системе и нестабильности абляционного катетера [8]. В литературе сведений об опыте абляции очагов эктопической тахикардии в парагисальной области недостаточно, что связано с редкой встречаемостью данной локализации и подчас крайне сложной, иногда драматической ситуацией при их абляции.

В последнее время у больных, демонстрирующих во время предсердного картирования наиболее раннюю активацию в зоне АВ-узла, с успехом стала применяться катетерная абляция из синусов Вальсальвы, особенно центрально расположенного некоронарного синуса Вальсальвы (НСВ), где радиочастотные (РЧ) воздействия более безопасны [10, 11].

Тем не менее опыт применения данного подхода остается ограниченным, так как НСВ является нечастым местом локализации зоны самой ранней активации. Кроме того, ретроградный трансортальный доступ для картирования синусов аорты нельзя отнести к рутинным подходам, используемым во время электрофизиологического исследования. В связи с этим в литературе имеются редкие исследования, посвященные клинической картине, электрокардиографическим и электрофизиологическим особенностям ПТ из НСВ [12–14].

В связи с вышеизложенным мы считаем целесообразным представить анализ электрокардиографических и электрофизиологических характеристик, особенностей картирования и процедуры абляции у 6 пациентов с очаговой (фокусной) ПТ из области АВ-узла. При эндокардиальном картировании с использованием ретроградного трансортального доступа аритмогенная зона была локализована в проекции НСВ, где проведена успешная операция РЧА. В данном исследовании подчеркивается важность тщательного активационного картирования НСВ при эктопической ПТ, возникшей в непосредственной близости от АВ-узла или вблизи пучка Гиса. Кроме того, представлены отличительные особенности ЭКГ, указывающие на необходимость картирования этой анатомической зоны.

## Материал и методы

### Клиническая характеристика пациентов

Из 193 больных с симптоматическими НЖТ в данное исследование отобраны 6 пациентов в возрасте от 26 до 68 лет (средний возраст  $41,4 \pm 17,3$  года, 4 женщины), которым выполняли РЧА в отделении хирургического лечения тахикардий НМИЦССХ им. А.Н. Бакулева за период с 2016 по 2018 г.

У всех пациентов были жалобы на учащенное сердцебиение с внезапным началом и купированием приступов, которые сопровождалось головокружением, дискомфортом в области сердца и слабостью. Средняя продолжительность симптомов составила  $4,6 \pm 1,8$  года. Клиническая тахикардия была диагностирована как очаговая ПТ из области пучка Гиса у 5 больных, а как возможная АВ-узловая риентри тахикардия – у 1 пациентки.

Все больные были рефрактерны к ААТ ( $\beta$ -блокаторы, верапамил, пропанорм, сотагексал). Тем не менее вся ААТ была прекращена не менее чем за 5 периодов полураспада антиаритмического препарата до проведения процедуры аблации.

Попытка РЧА была предпринята вблизи области пучка Гиса у 3 пациентов и в области медленных путей – у 1 больного. Аблация была безуспешной с одной процедурой в 3 случаях и с двумя процедурами – в 1 случае.

При проведении обследования, включающего рентгенографию органов грудной клетки и эхокардиографическое (ЭхоКГ) исследование, у 2 пациенток выявлен пролапс митрального клапана с минимальной регургитацией. У остальных больных явных структурных заболеваний сердца и легких не отмечено.

### Анализ электрокардиограммы

Морфологию и длительность *P*-волны оценивали по поверхностной ЭКГ во время тахикардии. Анализ *P*-волны проводили в периоды АВ-блокады или после желудочковой стимуляции. Морфологию *P*-волны определяли как положительную (+) или отрицательную (–) в зависимости от отклонения вверх или вниз от изоэлектрической базовой линии (интервал *T–P*). Кроме того, были определены изоэлектрические *P*-волны, которые не демонстрировали отклонения от базовой линии, и двухфазные *P*-волны, которые представляли собой положительно-отрицательные ( $\pm$ , изначально положи-

тельный и поздний отрицательный) или отрицательно-положительные ( $\mp$ , изначально отрицательный и поздний положительный) компоненты в *P*-волновом комплексе. Критерии, описанные Р.М. Kistler et al., были использованы для определения локализации очага ПТ [6].

### Электрофизиологическое исследование

После получения информированного согласия всем пациентам было проведено эндокардиальное электрофизиологическое исследование в состоянии бодрствования натощак без седации или с ее минимальным использованием. Электроды проводили в полость сердца под рентгеноскопическим контролем по методике Сельдингера через правую и левую бедренные, а также подключичные вены. Через бедренную вену чрескожно вводили три многополюсных диагностических катетера, которые располагались в верхнем отделе ПП, области пучка Гиса и верхушке правого желудочка. Другой диагностический многополюсный катетер 6 Fg был введен через подключичную вену и размещен в коронарном синусе. Через правую бедренную вену вводили аблационный катетер 7 Fg длиной 4 мм для картирования предсердий, стимуляции и аблации.

Протокол стимуляции состоял из программируемой стимуляции предсердий на двух базовых интервалах сцепления (600 и 450 мс) с нанесением одного или двух экстрастимулов и учащающей стимуляции ПП и верхушки правого желудочка. При индукции тахикардии выполняли программируемую стимуляцию желудочков в фазу рефрактерности пучка Гиса. Для подтверждения диагноза эктопической ПТ были использованы следующие критерии:

- фронт активации предсердий на КС во время тахикардии отличается от фронта, зафиксированного во время синусового ритма;
- электрограмма показывает AAV-паттерн после прекращения желудочковой стимуляции;
- индукция и поддержание тахикардии независимо от проводимости АВ-узла или наличия антероградной АВ-блокады во время тахикардии;
- невозможность опережающей активации предсердий желудочковыми экстрастимулами, нанесенными во время тахикардии в момент рефрактерности пучка Гиса [4].

### Картирование и радиочастотная аблация

Активационное картирование проводили во время тахикардии для выявления самой ранней

активации в предсердиях с использованием правой и левой передних косых рентгеноскопических проекций. Время активации измеряли от начала локальной электрограммы до стабильной предсердной электрограммы, записанной с катетера, установленного внутри КС, и начала *P*-волны. У всех пациентов картирование выполняли вначале в ПП и ЛП. Всякий раз, когда картирование в обоих предсердиях не могло успешно идентифицировать место аблации или тахикардия сохранялась после попыток аблации, проводили детальное картирование синусов Вальсальвы. Картирование коронарных синусов осуществляли ретроградным трансортальным доступом через правую бедренную артерию. Ангиография корня аорты для определения анатомического расположения синусов Вальсальвы являлась обязательной (рис. 1). Картирование корня аорты выполняли конвекционным аблационным электродом Medtronic Maring MC/MCXL 7 Fr или орошаемым электродом TermoCool Biosense Webster 7 Fr.

Исследуемой популяции пациентов была выполнена успешная РЧА в области некоронарной створки аортального клапана. РЧ-воздействие осуществляли с целевой температурой 45 °С и максимальной мощностью 35 Вт в самом раннем месте активации предсердия в НСВ во время тахикардии под непрерывной флюороскопией. Аблацию расценивали как успешную в случае отсутствия спонтанной или индуцируемой тахикардии с помощью запрограммированной стимуляции.

#### Последующее наблюдение

После аблации в течение 3 мес пациенты принимали перорально дезагреганты (аспирин 100 мг/сут). Проводились ЭКГ, ЭхоКГ и суточ-

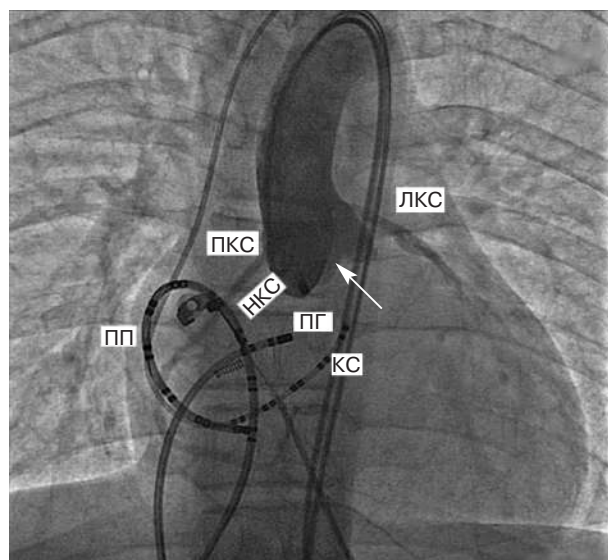


Рис. 1. Ангиограмма корня аорты в прямой проекции. Показано положение катетера, стрелкой указано место успешной аблации в некоронарной створке аортального клапана.

ПП – правое предсердие; ПКС – правая коронарная створка; НКС – некоронарная створка; ПГ – пучок Гиса; КС – коронарный синус; ЛКС – левая коронарная створка.

ное мониторирование ЭКГ по Холтеру через 1, 3, 6 мес и через 1 год.

## Результаты

### Электрофизиологические особенности

Предсердная тахикардия из НСВ возникла у 6 (3%) из 193 пациентов. Клинические особенности и электрофизиологические характеристики ПТ приведены в таблице 1. Средняя длина цикла тахикардии у 6 больных составила  $363 \pm 62,5$  (от 320 до 435) мс.

Начало тахикардии было спонтанным с увеличением и снижением частоты ритма у 2 пациентов (1 женщина и 1 мужчина). У 4 больных

Таблица 1

Клинические особенности и электрофизиологические характеристики эктопической предсердной тахикардии

Пациент	Возраст/пол	Сопутствующие НРС	Длина цикла тахикардии, мс	Активационное время, мс	Способ индуцирования/ купирования тахикардии
1	35/Ж	АВУРТ	354	16	Программированные экстрасимюлы
2	46/М	ТП	418	24	Программированные экстрасимюлы
3	26/Ж	Нет	395	18	Программированные экстрасимюлы
4	48/Ж	Нет	340	21	Учащающая стимуляция
5	67/Ж	ФП	310	14	Спонтанно
6	52/М	Нет	423	23	Спонтанно

Примечание. НРС – нарушения ритма сердца; АВУРТ – атриовентрикулярная узловая реинтрити тахикардия; ТП – трепетание предсердий; ФП – фибрилляция предсердий.

(3 женщины и 1 мужчина) тахикардия легко индуцировалась либо программированной стимуляцией предсердий с одиночными/парными экстрасимулами, либо учащающей стимуляцией. Внутривенная инфузия изопроterenола не потребовалась для индукции тахикардии у всех 6 пациентов до проведения аблации.

При картировании предсердий во всех 6 случаях зона самой ранней активации была расположена в области регистрации проксимальной части пучка Гиса и предшествовала референсной предсердной электрограмме из КС на  $46,7 \pm 8,4$  (от 45 до 58) мс. Локальные электрограммы на самом раннем участке ПП имели отчетливый потенциал Гиса у всех 6 больных. Далее проводили картирование ЛП. Самая ранняя активация в ЛП была расположена в переднесептальной области, непосредственно напротив области пучка Гиса, и предшествовала референсной электрограмме из КС на  $44,2 \pm 7,3$  (диапазон от 37 до 52) мс. Самая ранняя активация ЛП наблюдалась последовательно позже, чем активация ПП, на 7–10 мс у всех пациентов. В 4 случаях РЧ-аппликации в данных областях оказались неэффективны или приводили лишь к временному купированию тахикардии. У 2 больных аблацию не проводили.

После тщательного картирования ПП и ЛП у всех пациентов выполняли картирование синусов аорты ретроградным трансаортальным доступом. Во всех случаях картирование НСВ во время тахикардии показало, что предсердная активация в данном месте была наиболее ранней, опережала запись с референтного электрода, установленного внутри КС, на  $67,3 \pm 7,6$  (от 58 до 71) мс и предшествовала началу Р-волны на  $28,5 \pm 16,2$  (в пределах 25–42) мс. Ангиография аорты доступом через левую бедренную артерию у всех 6 больных показала местоположе-

ние катетера, установленного в НСВ. Таким образом, самая ранняя активация предсердий была определена в НСВ, где она происходила раньше, чем в ПП, на  $11,4 \pm 3,5$  (диапазон от 8 до 18) мс у всех пациентов. Ни у одного из больных не было обнаружено спайки пучка Гиса в области самой ранней предсердной активации в НСВ. Необходимо заметить, что тщательное картирование было выполнено только в пределах области интереса, что позволило сократить время проведения процедуры и флюороскопии.

### Электрокардиографические особенности Р-волн

Морфология Р-волн во время тахикардии явно отличалась от морфологии Р-волн во время синусового ритма. Полный анализ морфологии Р-волны представлен в таблице 2. У 4 пациентов морфология зубца Р была двухфазной в отведениях II, III и aVF, инвертированной – в aVR (рис. 2). При этом только у 2 из 6 больных Р-волны в нижних отведениях имели двухфазную морфологию с начальным отрицательным отклонением ЭКГ или были отрицательными. Положительная морфология зубца Р наблюдалась у 5 из 6 пациентов в отведении aVL. Морфология Р-волн в отведении I в основном была положительной или изоэлектрической (в 4 из 6 случаев). У всех больных грудные отведения показали двухфазное отрицательно-положительное отклонение в отведениях V1 и V2 и положительное отклонение в V6 (см. рис. 2). Отведения V3–V5 демонстрировали двухфазную морфологию с отрицательно-положительной или положительной Р-волной.

### Катетерная аблация

У 4 пациентов самая ранняя активация была зарегистрирована на проксимальной паре

Таблица 2

Характеристика Р-волн на поверхностной электрокардиограмме

Пациент	I	II	III	aVR	aVL	aVF	V1	V2	V3	V4	V5	V6
1	±	+	±	-	+	+	±	±	±	±	±	+
2	±	-	-	±	+	±	±	±	±	+	+	+
3	Изолиния	+	±	-	+	+	±	±	±	+	+	+
4	+	+	±	-	+	±	±	±	±	±	+	+
5	+	±	+	-	+	±	±	±	+	+	+	+
6	+	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	+

Примечание. + положительный компонент; - отрицательный компонент; ± положительно-отрицательный компонент; ± отрицательно-положительный компонент.

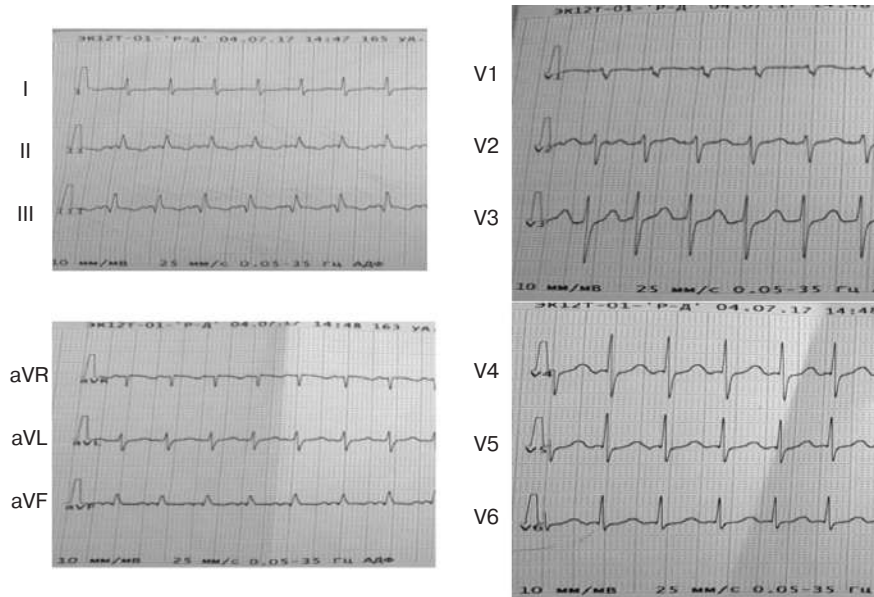


Рис. 2. Электрокардиограмма в 12 отведениях у пациентки с предсердной тахикардией из области некоронарной створки, которая демонстрирует двухфазную морфологию *P*-волны: положительно-отрицательные *P*-волны в нижних отведениях (II, III и aVF) и отрицательно-положительные *P*-волны в отведениях V1 и V2

четырёхполюсного электрода, установленного у перегородочной створки трикуспидального клапана для регистрации спайка пучка Гиса (рис. 3, *a*), но РЧ-воздействия, проведенные около этой области в ЛП или ПП, не привели к успешному устранению тахикардии. Затем проведено картирование синусов аорты, и зона самой ранней предсердной активации во время тахикардии была обнаружена в НСВ (рис. 3, *б*). Под контролем рентгеноскопии всем больным была выполнена РЧА в пределах НСВ (максимальная мощность 35 Вт и максимальная температура 45 °С) с положительным эффектом. Тахикардия купировалась однократной РЧ-аппликацией у 2 пациентов и двумя РЧ-аппликациями у 4 больных. В половине случаев абляцию про-

водили орошаемым катетером, в остальных была выполнена обычная конвекционная РЧ-абляция. Время воздействия варьировало от 45 до 70 с и составило в среднем  $55 \pm 7,1$  с.

Также были проанализированы соотношения амплитуд предсердной и желудочковой электрограмм (A/V) во время тахикардии на всех участках абляции. На участке в пределах НСВ показатель более 1 наблюдался у всех пациентов.

Положение абляционного катетера в НСВ было стабильным при непрерывной флюороскопии. После абляции отмечена невозможность индукции ПТ при программированной стимуляции.

У всех больных во время РЧ-воздействий не выявлено узлового ритма или удлинения интервала *P–R*. Ни у одного из 6 пациентов осложне-

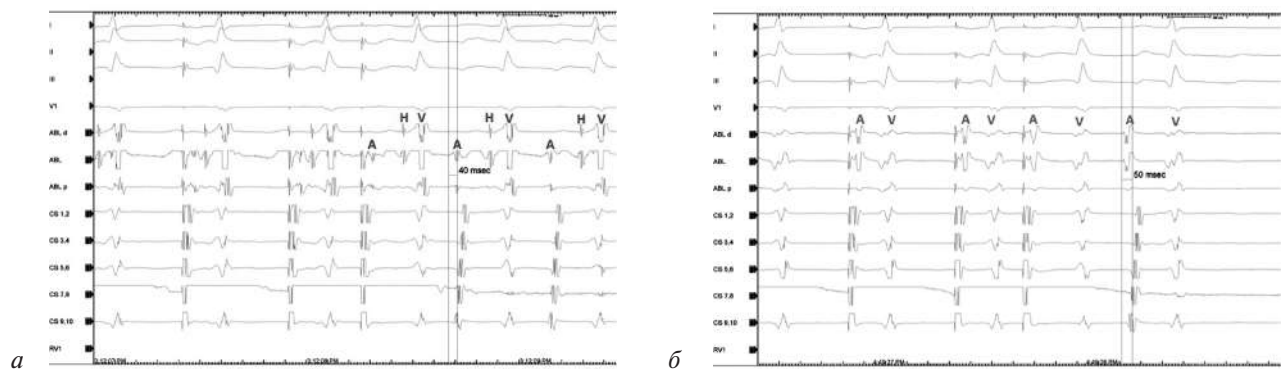


Рис. 3. Внутрисердечное эндокардиальное электрофизиологическое исследование из правого предсердия:

*a* – зона ранней активации в области пучка Гиса в месте неэффективной радиочастотной абляции; *б* – место самой ранней активации в некоронарном синусе Вальсальвы; применение радиочастотной абляции на этом участке купировало тахикардию.

I, II, III, V1 – отведения поверхностной электрокардиограммы; ABL d, ABL, ABL p – электрограммы с картирующего электрода, установленного в зоне эффективной радиочастотной абляции, опережение 50 мс до спайка с референтного электрода, установленного внутри коронарного синуса; CS 1,2 – CS 9,10 – электрограммы с проксимального и дистального полюсов электрода в коронарном синусе

ний не возникло. В течение среднего периода наблюдения  $10,4 \pm 3,8$  мес все исследуемые были свободны от рецидивов аритмии в отсутствие приема антиаритмических препаратов.

### Обсуждение

Эктопические ПТ связаны с возникновением фокуса – участка предсердного миокарда, который провоцирует электрическую активность по типу триггера или патологического автоматизма. Эктопическая ПТ демонстрирует характерное анатомическое распределение и не возникает хаотично по всем предсердиям.

Наиболее часто используемым методом определения локализации эктопии является эндокардиальное активационное картирование, которое позволяет установить зону ранней активации.

В нашей серии наблюдений ранняя активация предсердий регистрировалась на проксимальном конце электрода, установленного в пучке Гиса, при этом время активации было примерно одинаковым на левой и правой сторонах межжелудочковой перегородки или с небольшим опережением справа, что вызвало предположение о локализации очага аритмии в пределах некоронарной створки аортального клапана из-за тесной анатомической взаимосвязи [1, 13].

Известно, что корень аорты примыкает к эпикардиальному слою миокарда обоих предсердий и занимает центральное положение в пределах фиброзных колец трикуспидального и митрального клапанов в нормальном сердце [15]. В то время как правые и левые коронарные створки непосредственно контактируют с миокардом желудочков, некоронарная створка располагается прямо над областью стенки ПП, в которой находится АВ-узел, а комиссура с правой коронарной створкой – над пучком Гиса, проходящим через центральное фиброзное тело и мембранозную перегородку [16]. A.S. Gami et al. исследовали 603 сердца на аутопсии и нашли включения кардиомиоцитов в корне аорты либо выше полулунных створок, либо интракуспидально у 57% исследованных сердец. Тем не менее миокардиальные включения над некоронарной створкой встречались редко (0,66%), а случаи включений в некоронарной створке клапана носили исключительный характер [17]. Некоронарная створка полностью состоит из фиброзной ткани. Есть мнение, что эта дисперсная ткань может выступать в роли потенциального аритмогенного субстрата [18, 19]. Остается неясным, что в действительности является аритмо-

генным субстратом для ПТ, происходящей из некоронарной створки: миокардиальные включения внутри створки, предсердная ткань, прилегающая к некоронарной створке, или фиброзная ткань (микрориентри). Недавнее исследование показало, что случаи локализации эктопии в парагисальной области ПП и в НСВ имеют общее происхождение, соответствующее эмбриологическому ретроаортальному узлу, обогащенному специализированным миокардом, и что более благоприятный исход РЧА при трансортальном доступе обусловлен оптимальным положением электрода, с анатомической точки зрения обеспечиваемым НСВ [20].

В настоящем отчете тщательное картирование синусов аорты показало, что локальная активация в НСВ предшествовала активации в области пучка Гиса.

Исследования, описывающие электрофизиологические характеристики очаговых ПТ, возникающих из НСВ и связанных с ними технических особенностей РЧА, малочисленны ввиду редкости данной локализации (табл. 3) [12, 13, 21–30]. Первая статья была опубликована в 2004 г. H. Tada et al., которые описали симптоматическую ПТ у 35-летнего пациента, которая была успешно устранена с помощью РЧА в некоронарной створке аортального клапана [12]. Авторы первыми подчеркнули тесную анатомическую связь некоронарной створки с переходной областью АВ-узла и заключили, что подача РЧ-энергии через некоронарную створку может быть даже более безопасной, чем правосторонний подход для ПТ вблизи АВ-узла.

В исследуемой когорте пациентов эффективность РЧА составила 100% при среднем периоде наблюдения  $10,4 \pm 3,8$  мес, что согласуется с результатами и длительностью наблюдения в опубликованных отчетах. Мы связываем успешность РЧА с соблюдением условий картирования эктопической ПТ, которое требует наличия постоянной эктопической активности в случае автоматического фокуса или надежной индуцируемости с помощью программированной стимуляции. Предыдущие исследования показали, что эктопические ПТ, возникающие из септальных областей, могут быть многократно индуцированы и прекращены программированной стимуляцией или частой (сверхчастой) стимуляцией и чувствительны к внутривенному аденозину у большинства больных [9, 31–34]. Исследования по оценке механизма эктопической ПТ, продемонстрировали электрофизиологические



Таблица 3

## Исследования по оценке характеристик предсердной тахикардии, исходящей из некоронарной створки аортального клапана, и результаты абляции

Авторы	Год	Число больных	Тип аритмии	Структурные заболевания сердца	Неудачные РЧА в анамнезе	Длина тахикардии, мс	Опережение активации в НСВ от Р-волны, мс	Длительность периода наблюдения, методы обследования	Осложнения
H. Tada et al. [12]	2004	1	ПТ	Нет	Нет	504	38	10 мес, РЧА с эффектом	Нет
F. Ouyang et al. [13]	2006	9	ПТ	Нет	У 6 (67%) пациентов ранее проведены РЧА ПТ из ПП, АВУРТ	358 ± 63	32,4 ± 4,6	9 ± 3 мес, с эффективностью 100%, ЭхоКГ + ХМ ЭКГ каждые 3, 6, 9 мес	Нет
T. Yamada et al. [21]	2006	1	ПТ	Нет	Нет	400	70	Нет	Нет
M.J. Raatikainen и H.V. Huikuri [22]	2007	1	ПТ	Нет	Нет	390	40	7 мес, РЧА с эффектом	Нет
A. Rillig et al. [23]	6	ПТ/ЖТ/ЖЭ (6 ПТ и 15 ЖТ)	Нет	Нет	Нет	386	—	6 мес с эффективностью 100%, через 6 мес ХМ ЭКГ, ЧПЭхоКГ, МРТ сердца (МРТ головного мозга у 6 пациентов)	Нет
S. Das et al. [24]	2008	10	ПТ	ЛЖ-недостаточность	1 ЭФИ	—	—	41 ± 12 мес 7/10 удачно	Нет
B. Joung et al. [25]	2008	1	ПТ	Нет	Нет	480	55	10 мес	Нет
C. Kriatselis et al. [26]	2008	7	ПТ около пучка Гиса (5 в зоне кольца МК, 7 из НСВ)	1 аритмогенная кардиомиопатия	Нет	435 ± 62	55 ± 15	14 ± 8, ХМ ЭКГ (10/12 пациентов)	Нет
Z. Wang et al. [27]	2011	16	ПТ (16 НСВ ПТ, 6 ЛСВ)	1 клапанный порок, 1 аритмогенная кардиомиопатия	Нет	341 ± 60	21 ± 9	30 ± 13 мес	Нет
W. Ju et al. [28]	2012	5	ПТ (5 НСВ)	Нет	Нет	366 ± 39	35 ± 7	19 ± 12 мес	Нет
J. Park et al. [29]	2013	10	ПТ (10 НСВ ПТ, 1 ЛСВ, ПСВ), 7 АВУРТ	Нет	Нет	349 ± 19	40 ± 10	20 ± 10 мес, 1 рецидив	Нет Полная АВ-блокада у пациента с ПТ из ПСВ
H. Mišochová et al. [30]	2013	2	ПТ	Нет	Нет	387	36	14 мес	Нет

Примечание. РЧА — радиочастотная абляция; НСВ — некоронарный синус Вальсальвы; ПТ — предсердная тахикардия; ЖТ — желудочковая экстрасистолия; МК — митральный клапан; ЛСВ — левый синус Вальсальвы; ПСВ — правый синус Вальсальвы; АВУРТ — атриоventрикулярная риентри тахикардия; ЛЖ — левожелудочковая; ПП — предсердие; ЭФИ — электрофизиологическое исследование; ЭхоКГ — эхокардиографическое исследование; ХМ ЭКГ — электрокардиографическое холтеровское мониторирование; ЧПЭхоКГ — чреспищеводное эхокардиографическое исследование; МРТ — магнитно-резонансная томография; АВ — атриоventрикулярная.

характеристики, отражающие аномальный автоматизм, триггерную активность и микроориентри у разных пациентов [9, 31]. В нашей серии наблюдений тахикардии возникали спонтанно по типу эктопии у 2 больных с феноменом «разогрев и охлаждение», но во всех остальных случаях были легко индуцированы и прекращены либо программированной стимуляцией предсердий с одиночными/парными экстрасистолами, либо учащающей стимуляцией, что больше свидетельствует о механизме ориентри.

В конечном счете точная локализация аритмогенной зоны определялась с помощью детального картирования в интересующем регионе. U. Wetzel et al. разработали пошаговый подход для быстрого выявления очага тахикардии [35]. Картирование начинается с получения четырех точек в верхней/септальной части кольца трикуспидального клапана и в последующем направлено в сторону правой свободной стенки ЛП или нижнего треугольника Коха в зависимости от этих начальных точек. В дополнение к электроанатомическому картированию только с помощью одного аблационного катетера в настоящем исследовании были использованы дополнительно многополюсные электроды. Применение нескольких многополюсных электродов для картирования и определения очага эктопии ПТ показало высокую эффективность в нашей предыдущей серии наблюдений, облегчая быструю идентификацию области интереса и визуализацию ранней референтной точки [36, 37].

Кроме того, для определения приблизительной локализации зоны ПТ в нашем исследовании использовалась морфология *P*-волны, которая зависит от расположения аритмогенного очага [38, 39]. Тщательный анализ ЭКГ в отведениях V1, II и V5 позволяет обнаружить, что во время тахикардии в каждом цикле зубец *P* накладывается на зубец *T* предыдущего комплекса. Регистрация четкой *P*-волны, которая не закрыта предшествующим зубцом *T* или комплексом *QRS* частично или полностью, имеет решающее значение для интерпретации *P*-волновой морфологии. Интересно, что отведение V1 помогает отличить очаги, локализованные в ПП, от очагов, локализованных в ЛП. Согласно анализу морфологии *P*-волны, отрицательная или двухфазная *P*-волна в отведении V1 высокоспецифична для правого предсердного фокуса. Отведения II, III и aVF предоставляют полезную информацию для дифференциации верхних и нижних очагов [6, 40]. Но в морфологии

*P*-волны наблюдается значительное совпадение между эктопиями из межпредсердной перегородки со стороны ЛП, ПП и КС [6].

В настоящем исследовании морфология *P*-волны была отрицательно-положительной в правых грудных отведениях, особенно в V1 и V2, и двухфазная в нижних отведениях, что предполагает происхождение эктопии из области соединения левого и правого предсердий. В серии из 9 наблюдений эктопической ПТ из некоронарной створки аортального клапана F. Ouyang et al. описали зубец *P* как двухфазный (отрицательный/положительный) в V1 и V2 у всех пациентов. В отличие от ПТ, происходящей из митрально-аортального контакта, все больные имели положительные *P*-волны в отведениях I и aVL [13]. Исследуемую популяцию также объединяет положительная морфология *P*-волны в отведении aVL и доминирование инвертированной морфологии *P*-волны в отведении aVR. Но, принимая во внимание незначительность числа наблюдений, делать выводы о морфологии *P*-волны, характерной для тахикардий из области некоронарной створки аортального клапана, не представляется возможным, это требует дальнейшего набора больных и статистической обработки большего материала.

Время активации более 20–30 мс до начала *P*-волны наблюдалось на участке с эффективной аблацией, что подтверждается рядом исследований [41]. Если начало *P*-волны скрыто зубцом *T*, картирование выполнялось до стабильной внутрисердечной референтной точки, такой как биполь катетера КС, с ранее определенным опережением от начала *P*-волны [42]. Внедрение трехмерных картографических систем значительно облегчило картирование и удаление очаговых ПТ [43]. Однако этот подход все еще требует регулярной эктопической активности или длительного устойчивого пароксизма тахикардии и, как следствие, электроанатомические карты не могут быть построены более чем у 12% пациентов [44].

Хотя эндокардиальное картирование исследуемой популяции обнаружило зону ранней активации предсердий вблизи области пучка Гиса, РЧА в этой зоне в 4 случаях приводила лишь к временному купированию аритмии либо была неэффективна. Помимо РЧА в парасептальной области ПП, в рамках лечения большинства больных предпринимались попытки аблации очагов ПТ также и в ЛП, прежде чем была рассмотрена возможность перехода к картированию синусов

аорты. При детальном картировании в аортальных синусах Вальсальвы с использованием ретроградного трансортального подхода наиболее ранняя предсердная активация была обнаружена в НСВ. Время активации между предсердной электрограммой в НСВ и области регистрации пучка Гиса, измеренное с момента появления первого отчетливого компонента электрограммы, составило в среднем  $12,2 \pm 6,9$  мс. После неудачного применения РЧ-энергии в парасептальной области ПП и ЛП было достигнуто полное устранение ПТ с применением РЧ-энергии в НСВ у всех пациентов.

Большинство других отчетов описывают аналогичную стратегию [11, 14, 23]. S. Das et al. предлагают переходить к картированию некоронарной створки только в том случае, если картирование ПП обнаружит раннюю активацию в парагисальной области. Авторы предлагают применять РЧ-энергию единожды в некоронарной створке в зоне самой ранней активации. Если тахикардия купируется в течение 10 с, процедуру можно считать успешной. Если тахикардия сохраняется после 10 с применения РЧА, следует картировать ЛП [24]. Мы считаем, что наиболее разумная стратегия выбора места абляции для фокальных ПТ в области АВ-узла — тщательное картирование активации по обеим сторонам межпредсердной перегородки, а затем и картирование НСВ. Во избежание непреднамеренного повреждения системы АВ-проведения эти три отдела сердца следует детально картировать, чтобы точно установить генез тахикардии, прежде чем переходить к абляции. Кроме того, абляция парагисальных ПТ доступом из НСВ представляется значительно более безопасной ввиду отсутствия регистрации потенциала пучка Гиса на абляционном катетере.

### Заключение

Наше исследование подчеркивает важность тщательного картирования НСВ в случае обнаружения ранней активации в области записи пучка Гиса, особенно когда морфология *P*-волны была первоначально отрицательной с поздним положительным компонентом в правых грудных отведениях или двухфазной в нижних отведениях. Результаты исследования демонстрируют, что, хотя успех абляции в конечном счете будет зависеть от детального картирования, ЭКГ является полезным инструментом для направления картирования в конкретные области интересов, так как морфология *P*-волны опреде-

ляется местом возникновения и паттерном активации предсердий во время тахикардии.

У пациентов с неэффективной РЧА эктопической ПТ парагисальной локализации проведение абляции через НСВ показало свою эффективность и безопасность при соблюдении ряда условий, к которым относятся позиционирование абляционного катетера, наличие электрофизиологических маркеров (опережение активации) и интраоперационная аортография. Этот подход позволяет избежать агрессивных РЧ-воздействий вблизи области пучка Гиса с потенциальным риском развития АВ-блокады.

Тем не менее ввиду малочисленности группы необходимо проведение дальнейших исследований для оценки стратегии картирования, методов абляции и решения проблем безопасности.

### Конфликт интересов

Конфликт интересов не заявляется.

### Библиографический список [References]

1. Feldman A., Kalman J.M. Electrocardiogram recognition and ablation of atrial tachycardia. *Eur. Cardiol.* 2010; 6 (4): 58–63. DOI: 10.15420/ecr.2010.6.4.58
2. Medi C., Kalman J.M., Haqqani H., Vohra J.K., Morton J.B., Sparks P.B., Kistler P.M. Tachycardia-mediated cardiomyopathy secondary to focal atrial tachycardia: long-term outcome after catheter ablation. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2009; 53 (19): 1791–7. DOI: 10.1016/j.jacc.2009.02.014
3. Бокерия Л.А., Филатов А.Г., Ковалев А.С. Электрофизиологические маркеры ранней манифестации фибрилляции предсердий у пациентов с предсердными тахикардиями. *Анналы аритмологии.* 2017; 14 (1): 40–4. DOI: 10.15275/annaritm.2017.1.5 [Bockeria L.A., Filatov A.G., Kovalev A.S. Electrophysiological markers of atrial fibrillation manifestation in patients with atrial tachycardias. *Annaly Arimologii (Annals of Arrhythmology).* 2017; 14 (1): 40–4 (in Russ.). DOI: 10.15275/annaritm.2017.1.5]
4. Saoudi N., Cosio F., Waldo A., Chen S.A., Iesaka Y., Lesh M. et al. Classification of atrial flutter and regular atrial tachycardia according to electrophysiologic mechanism and anatomic bases: a statement from a joint expert group from the Working Group of Arrhythmias of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2001; 12 (7): 852–66. DOI: 10.1046/j.1540-8167.2001.00852.x
5. Di Pino A., Caruso E., Gitto P. The limbus of the fossa ovalis: an unusual location for incessant focal atrial tachycardia in children. *Europace.* 2016; 18 (8): 1251. DOI: 10.1093/europace/euw047
6. Kistler P.M., Roberts-Thomson K.C., Haqqani H.M., Fynn S.P., Singaray S., Vohra J.K. et al. P-wave morphology in focal atrial tachycardia: development of an algorithm to predict the anatomic site of origin. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2006; 48 (5): 1010–7. DOI: 10.1016/j.jacc.2006.03.058
7. Lee J.M., Fynn S.P. P wave morphology in guiding the ablation strategy of focal atrial tachycardias and atrial flutter. *Curr. Cardiol. Rev.* 2015; 11 (2): 103–10. DOI: 10.2174/1573403X10666141013121252

8. Frey B., Kreiner G., Gwechenberger M., Gössinger H.D. Ablation of atrial tachycardia originating from the vicinity of the atrioventricular node: significance of mapping both sides of the interatrial septum. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2001; 38 (2): 394–400. DOI: 10.1016/s0735-1097(01)01391-2
9. Chen C.C., Tai C.T., Chiang C.E., Yu W.C., Lee S.H., Chen Y.J. et al. Atrial tachycardias originating from the atrial septum: electrophysiological characteristics and radiofrequency ablation. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2000; 11 (7): 744–9. DOI: 10.1111/j.1540-8167.2000.tb00045.x
10. Beukema R.J., Smit J.J., Adiyaman A., Van Casteren L., Delnoy P.P., Ramdat Misier A.R., Elvan A. Ablation of focal atrial tachycardia from the non-coronary aortic cusp: case series and review of the literature. *Europace.* 2015; 17 (6): 953–61. DOI: 10.1093/europace/euu227
11. Zhou Y.F., Wang Y., Zeng Y.J., Li X.L., Zheng J.G., Yang P. et al. Electrophysiologic characteristics and radiofrequency ablation of focal atrial tachycardia arising from non-coronary sinuses of Valsalva in the aorta. *J. Interv. Card. Electrophysiol.* 2010; 28 (2): 147–51. DOI: 10.1007/s10840-010-9481-9
12. Tada H., Naito S., Miyazaki A., Oshima S., Nogami A., Taniguchi K. Successful catheter ablation of atrial tachycardia originating near the atrioventricular node from the noncoronary sinus of Valsalva. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2004; 27 (10): 1440–3. DOI: 10.1111/j.1540-8159.2004.00651.x
13. Ouyang F., Ma J., Ho S.Y., Bänsch D., Schmidt B., Ernst S. et al. Focal atrial tachycardia originating from the non-coronary aortic sinus: electrophysiological characteristics and catheter ablation. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2006; 48 (1): 122–31. DOI: 10.1016/j.jacc.2006.02.053
14. Liu X., Dong J., Ho S.Y., Shah A., Long D., Yu R. et al. Atrial tachycardia arising adjacent to noncoronary aortic sinus: distinctive atrial activation patterns and anatomic insights. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010; 56 (10): 796–804. DOI: 10.1016/j.jacc.2010.03.069
15. Kalman J.M., Olgin J.E., Karch M.R., Hamdan M., Lee R.J., Lesh M.D. 'Cristal tachycardias': origin of right atrial tachycardias from the crista terminalis identified by intracardiac echocardiography. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1998; 31 (2): 451–9. DOI: 10.1016/s0735-1097(97)00492-0
16. Андерсон Р.Г., Спайсер Д.Е., Хлавачек Э.М., Кук Э.К., Бейкер К.Л. Хирургическая анатомия сердца по Уилкоксу. М.: Логосфера; 2015: 87–96. [Anderson R.H., Spicer D.E., Hlavacek A.M., Cook A.K., Backer C.L. Wilcox's surgical anatomy of the heart. 4th ed. Cambridge University Press; 2013.]
17. Gami A.S., Noheria A., Lachman N., Edwards W.D., Friedman P.A., Talreja D. et al. Anatomical correlates relevant to the ablation of the semilunar valves for the cardiac electrophysiologist: a study of 603 hearts. *J. Interv. Card. Electrophysiol.* 2011; 30 (1): 5–15. DOI: 10.1007/s10840-010-9523-3
18. Rillig A., Meyerfeldt U., Birkemeyer R., Jung W. Ablation within the sinus of Valsalva for the treatment of supraventricular and ventricular tachycardias: what is known so far? *Europace.* 2009; 11 (9): 1142–50. DOI: 10.1093/europace/eup194
19. Anderson R.H. Clinical anatomy of the aortic root. *Heart.* 2000; 84 (6): 670–3. DOI: 10.1136/heart.84.6.670
20. Pap R., Makai A., Szilágyi J., Klausz G., Bencsik G., Forster T., Ságaly L. Should the aortic root be the preferred route for ablation of focal atrial tachycardia around the AV node? Support from intracardiac echocardiography. *JACC Clin. Electrophysiol.* 2016; 2 (2): 193–9. DOI: 10.1016/j.jacep.2015.10.005
21. Yamada T., Huizar J.F., McElderry H.T., Kay G.N. Atrial tachycardia originating from the noncoronary aortic cusp and musculature with atria: relevance for catheter ablation. *Heart Rhythm.* 2006; 3 (12): 1494–6. DOI: 10.1016/j.hrthm.2006.08.026
22. Raatikainen M.J., Huikuri H.V. Successful catheter ablation of focal atrial tachycardia from the non-coronary aortic cusp. *Europace.* 2007; 9 (4): 216–9. DOI: 10.1093/europace/eum026
23. Rillig A., Meyerfeldt U., Birkemeyer R., Treusch F., Kunze M., Brasch M., Jung W. Catheter ablation within the sinus of Valsalva – a safe and effective approach for treatment of atrial and ventricular tachycardias. *Heart Rhythm.* 2008; 5 (9): 1265–72. DOI: 10.1016/j.hrthm.2008.06.010
24. Das S., Neuzil P., Albert C.M., D'Avila A., Mansour M., Mela T. et al. Catheter ablation of peri-AV nodal atrial tachycardia from the noncoronary cusp of the aortic valve. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.* 2008; 19 (3): 231–7. DOI: 10.1111/j.1540-8167.2007.01024.x
25. Joung B., Lee M.H., Kim S.S. Successful catheter ablation of atrial tachycardia originating from the non-coronary aortic sinus. *Yonsei Med. J.* 2008; 49 (6): 1041–5. DOI: 10.3349/ymj.2008.49.6.1041
26. Kriatselis C., Roser M., Min T., Evangelidis G., Höher M., Fleck E., Gerds-Li H. Ectopic atrial tachycardias with early activation at His site: radiofrequency ablation through a retrograde approach. *Europace.* 2008; 10 (6): 698–704. DOI: 10.1093/europace/eun091
27. Wang Z., Liu T., Shehata M., Liang Y., Jin Z., Liang M. et al. Electrophysiological characteristics of focal atrial tachycardia surrounding the aortic coronary cusps. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2011; 4 (6): 902–8. DOI: 10.1161/CIRCEP.111.965640
28. Ju W., Chen M., Yang B., Chen H., Zhang F., Li M. et al. The role of noncoronary cusp ablation in the treatment of perinodal atrial tachycardias. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2012; 35 (7): 811–8. DOI: 10.1111/j.1540-8159.2012.03425.x
29. Park J., Wi J., Joung B., Lee M.H., Kim Y.H., Hwang C. et al. Prevalence, risk, and benefits of radiofrequency catheter ablation at the aortic cusp for the treatment of mid to anteroseptal supra-ventricular tachyarrhythmias. *Int. J. Cardiol.* 2013; 167 (3): 981–6. DOI: 10.1016/j.ijcard.2012.03.082
30. Mičochová H., Wichterle D., Peichl P., Kautzner J. Catheter ablation of focal atrial tachycardia from the aortic cusp: the role of electroanatomic mapping and intracardiac echocardiography. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2013; 36 (1): e19–22. DOI: 10.1111/j.1540-8159.2010.02982.x
31. Kistler P.M., Fynn S.P., Haqqani H., Stevenson I.H., Vohra J.K., Morton J.B. et al. Focal atrial tachycardia from the ostium of the coronary sinus: electrocardiographic and electrophysiological characterization and radiofrequency ablation. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2005; 45 (9): 1488–93. DOI: 10.1016/j.jacc.2005.01.042
32. Weber R., Letsas K.P., Arentz T., Kalusche D. Adenosine sensitive focal atrial tachycardia originating from the non-coronary aortic cusp. *Europace.* 2009; 11 (6): 823–6. DOI: 10.1093/europace/eup086
33. Koca S., Topaloğlu S., Cay S., Pac A. Electroanatomic mapping-guided radiofrequency ablation of adenosine sensitive incessant focal atrial tachycardia originating from the non-coronary aortic cusp in a child. *Indian Pacing Electrophysiol. J.* 2014; 14 (5): 258–62. DOI: 10.1016/s0972-6292(16)30797-5
34. Yamabe H., Okumura K., Koyama J., Kanazawa H., Hoshiyama T., Ogawa H. Demonstration of anatomic reentrant circuit in verapamil-sensitive atrial tachycardia originating from the atrioventricular annulus other than the vicinity of the atrioventricular node. *Am. J. Cardiol.* 2014; 113 (11): 1822–8. DOI: 10.1016/j.amjcard.2014.03.011
35. Wetzel U., Hindricks G., Schirdewahn P., Dorszewski A., Fleck A., Heinke F., Kottkamp H. A stepwise mapping approach for localization and ablation of ectopic right, left, and septal atrial foci using electroanatomic mapping. *Eur. Heart J.* 2002; 23 (17): 1387–93. DOI: 10.1053/euhj.2002.3192
36. Бокерия Л.А., Филатов А.Г., Тарашвили Э.Г. Случай успешной радиочастотной аблации очагов эктопических

- предсердных тахикардий левого предсердия и абляции левого заднебокового дополнительного предсердно-желудочкового соединения. *Анналы аритмологии*. 2017; 14 (3): 165–70. DOI: 10.15275/annaritmol.2017.3.7
- [Bockeria L.A., Filatov A.G., Tarashvili E.G. The case of successful radiofrequency ablation of ectopic left atrial tachycardias foci and ablation of the left posterolateral accessory atrioventricular pathways. *Annaly Aritmologii (Annals of Arrhythmology)*. 2017; 14 (3): 165–70 (in Russ.). DOI: 10.15275/annaritmol.2017.3.7]
37. Филатов А.Г., Алациев Т.Д., Шафиев Э.Х., Темирбулатов И.А., Сабиров Ш.Н. Радиочастотная абляция предсердной тахикардии у пациента с левой верхней полой веной. *Анналы аритмологии*. 2018; 15 (4): 230–4. DOI: 10.15275/annaritmol.2018.4.6
- [Filatov A.G., Alatsiev T.D., Shafiev E.Kh., Temirbulatov I.A., Sabirov Sh.N. Radiofrequency ablation of atrial tachycardia in a patient with a left superior vena cava. *Annaly Aritmologii (Annals of Arrhythmology)*. 2018; 15 (4): 230–4 (in Russ.). DOI: 10.15275/annaritmol.2018.4.6]
38. Zhang T., Li X.B., Wang Y.L., Yin J.X., Zhang P., Zhang H.C. et al. Focal atrial tachycardia arising from the right atrial appendage: electrophysiologic and electrocardiographic characteristics and catheter ablation. *Int. J. Clin. Pract.* 2009; 63 (3): 417–24. DOI: 10.1111/j.1742-1241.2007.01489.x
39. Yin J.X., Zhou Y.F., Li X.B., Zhang P., Zhang H.C., Zhang T., Guo J.H. Electrophysiologic and electrocardiographic characteristics of focal atrial tachycardia arising from superior tricuspid annulus. *Int. J. Clin. Pract.* 2008; 62 (7): 1008–12. DOI: 10.1111/j.1742-1241.2007.01600.x
40. SippensGroenewegen A., Peeters H.A., Jessurun E.R., Linnenbank A.C., Robles de Medina E.O., Lesh M.D., van Hemel N.M. Body surface mapping during pacing at multiple sites in the human atrium: P-wave morphology of ectopic right atrial activation. *Circulation*. 1998; 97 (4): 369–80. DOI: 10.1161/01.cir.97.4.369
41. Roberts-Thomson K.C., Kistler P.M., Kalman J.M. Focal atrial tachycardia II: management. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2006; 29 (7): 769–8. DOI: 10.1111/j.1540-8159.2006.00433.x
42. Snowdon R.L., Kalman J.M. Catheter ablation of supraventricular arrhythmias. In: Zipes D., Jalife J. *Cardiac electrophysiology: from cell to bedside*. 5th Ed. Philadelphia: Saunders; 2009: 1083–92.
43. Demir T., Ergül Y., Akdeniz C., Tuzcu V. Electroanatomic mapping-guided radiofrequency ablation of multifocal atrial tachycardia in a child. *Anadolu Kardiyol. Derg.* 2013; 13 (4): 391–3. DOI: 10.5152/akd.2013.114
44. Hoffmann E., Reithmann C., Nimmermann P., Elser F., Dorwarth U., Remp T., Steinbeck G. Clinical experience with electroanatomic mapping of ectopic atrial tachycardia. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2002; 25 (1): 49–56.

Поступила 20.11.2019

Принята к печати 17.12.2019